



KTH Teknikvetenskap

Studieplan för forskarutbildningsämnet Teoretisk fysik

1 Ämnesbeskrivning samt syfte och mål med forskarutbildningen

Forskarutbildningen i *teoretisk fysik* har till syfte att ge en allmänt fördjupad kunskap om några av fysikens olika grenar samt en ytterligare fördjupad kunskap om något av de delområden av fysiken, som finns representerade vid Institutionen för teoretisk fysik. Utbildningen skall vidare ge god färdighet i forskning i något av fysikens delområden samt kunskap om vetenskaplig metodik och arbetsteknik. Forskarutbildningen skall också ge förmåga att strukturera och lösa komplexa uppgifter liksom att självständigt redovisa resultat, såväl skriftligt som muntligt.

1.1 Vetenskapligt område

Forskningen inom teoretisk fysik vid KTH bedrivs inom kondenserade materiens teori, matematisk fysik, materialteori, statistisk fysik, teoretisk biologisk fysik samt teoretisk partikelfysik och täcker därmed centrala delar av fysikämnet. Forskning i teoretisk fysik syftar till att bredda och fördjupa kunskapen om naturens och materiens grundläggande byggstenar, egenskaper och växelverkningar, men också att lägga grunden för viktiga tekniska tillämpningar.

1.2 Definition av inriktningar

Forskarutbildningen i teoretisk fysik bedrivs normalt i någon av följande inriktningar: *kondenserade materiens teori och statistisk fysik, matematisk fysik, teoretisk biologisk fysik* samt *teoretisk partikelfysik*. I särskilda fall kan även andra inriktningar förekomma.

2 Forskarutbildningens uppläggning

Forskarutbildningen består av en *avhandlingsdel* och en *kursdel*. Kursmoment inom kursdelen kan bestå av föreläsningar, litteraturstudier och problemlösning samt aktivt deltagande i seminarier och konferenser. I forskarutbildningen ingår även aktivt deltagande i forskningsseminarier vid institutionen.

2.1 Forskarutbildningens uppläggning – avhandlingsdel

I avhandlingsarbetet handleds den forskarstuderande av huvudhandledaren, som har ansvaret för utbildningen, samt eventuellt av en eller flera andra handledare (s.k. biträdande handledare). Handledare utses i samband med antagningen till forskarutbildningen.

2.2 Forskarutbildningens uppläggning – kursdel

Inom studieplanen för forskarutbildningsämnet Teoretisk fysik vid KTH finns inga obligatoriska kurser. För varje inriktning finns dock en kursdel som är *gemensam* med de övriga inriktningarna och en som är *specifik* för den betraktade inriktningen. De gemensamma kurserna anges nedan, medan de inriktningsspecifika kurserna väljs i samråd med huvudhandledaren bland t.ex. de olika kurser som finns förtecknade som inriktningsspecifika kurser inom den aktuella inriktningen. Även andra kurser kan förekomma såsom kurser vid andra institutioner på KTH, kurser vid andra lärosäten, kurser inom forskarskolor eller s.k. sommarskolor. I särskilda fall kan en annan uppläggning av kurserna göras. Huvuddelen av kursernas kunskapsinnehåll skall inhämtas i forskarutbildningens inledande del. I kursdelen kan högst hälften av poängen vara från grundutbildningskurser. Man kan tillgodoräkna sig kurser från grundutbildning över 160 poäng, dock högst 20 poäng. Man kan inte tillgodoräkna sig kurser som explicit krävs för särskild behörighet (se avsnitt 3.1). Inom forskarutbildningen

bedöms varje kurs med ettdera betyget G (godkänt) eller betyget U (underkänt). Kursdelen specificeras för varje forskarstuderande i en *individuell studieplan* som upprättas av huvudhandledaren i samråd med den forskarstuderande. Den forskarstuderandes individuella studieplan skall anpassas till avhandlingsarbetets inriktning och uppfylla kraven i forskarutbildningsämnets studieplan. Den forskarstuderandes framsteg skall bedömas minst en gång per år i samband med uppdatering av den individuella studieplanen som skall göras av forskarstuderande och huvudhandledare. Den individuella studieplanen skall också uppdateras inför licentiat- och doktorsexamen. Kursdelen kan även innehålla medverkan vid genomförande av forskningsaktiviteter som förbereder den forskarstuderande för självständigt arbete som forskare.

2.3 Gemensamma kurser

Inom forskarutbildningsämnet Teoretisk fysik omfattar kursdelen minst 60 poäng. Oavsett inriktning bör den forskarstuderande under sin studietid läsa ett antal gemensamma kurser av allmän karaktär, som tar upp olika centrala delar av den teoretiska fysiken. Här avses följande kurser, eller kurser av jämförbart slag, vilka en del av dem kan ha lästs redan i grundutbildningen:

- Relativitetsteori, 5 poäng
- Statistisk mekanik, 5 poäng
- Beräkningsfysik, 5 poäng
- Kvantmekanik, fortsättningskurs I, 5 poäng
- Relativistisk kvantfysik, 5 poäng
- Fysikens historia och kunskapsteori, 3 poäng

Totalt, gemensamma kurser: 28 poäng

2.3.1 Rekommendation

Den forskarstuderande rekommenderas att bland de kurser som kan väljas fritt i de högre årskurserna inom grundutbildningen välja sådana kurser med anknytning till inriktningen av forskarutbildningen.

2.4 Inriktningar

2.4.1 Kondenserade materiens teori och statistisk fysik

Utveckling och tillämpning av grundläggande teorier för kondenserad materia, särskilt gränsområdet mot modern statistisk fysik, inkluderande studiet av fasövergångar, kritiska fenomen och starkt korrelerade system. Forskningen syftar till att ge grundläggande förståelse för komplicerade fenomen. Idealiserade modeller studeras dels med avancerad matematisk analys, dels med datorsimuleringar. Anknytning till experiment och möjliga tekniska tillämpningar är viktig.

Inriktningsspecifika kurser

- Avancerade simuleringsmetoder, 5 poäng
- Kondenserade materiens teori, 5 poäng
- Kvantummekanik, 8 poäng
- Mångpartikelteori, 5 poäng
- Renormeringsgruppsteori, 10 poäng
- Statistisk fysik, 5-6 poäng
- Statistisk mekanik för icke-jämviktssystem, 5 poäng
- Teori för fasta tillståndets fysik, 10-15 poäng
- Teori för supraledning, 5 poäng

2.4.2 Matematisk fysik

Teoretisk forskning om materiens minsta beståndsdelar och deras växelverkningar. Matematiska problem i konstruktion av kvantfältteorimodeller för ovannämnda ändamål. Forskningen inom detta område har nära anknytning till aktuell forskning i matematik, särskilt till differentialgeometri, topologi och grupp teori.

Inriktningsspecifika kurser

- Fysikens differentialgeometriska metoder, 4 poäng
- Grupp- och representationsteori, allmän kurs, 5 poäng
- Grupp- och representationsteori, fortsättningskurs, 5 poäng
- Integrerbara icke-linjära system och solitoner, 5 poäng
- Kvantfältteori, 5 poäng
- Kvantmekanikens matematiska grunder, 5 poäng
- Liealgebror och kvantgrupper, 5 poäng
- Läskurs i matematisk fysik, 3-10 poäng
- Teoretisk partikelfysik, 5 poäng

2.4.3 Teoretisk biologisk fysik

Teoretisk biologisk fysik är en tillämpning av den teoretiska fysikens metoder för att beskriva biologiska förlopp på molekylär nivå. Speciellt ligger tonvikten på den statistiska mekaniken. Forskningen innebär analys av frågeställningar och utveckling av matematiska modeller inom molekylär- och cellbiologi. Inriktningen kan ses som ett tvärvetenskapligt forskningsområde där man från fysikalisk, kemisk och biologisk utgångspunkt söker förstå de processer som ligger till grund för allt liv.

Inriktningsspecifika kurser

- Computational Statistical Mechanics, 5 poäng
- Komplexa system, 5 poäng
- Membran och mjuka material, 5 poäng
- Statistisk mekanik för icke-jämviktssystem, 5 poäng
- Teori för makromolekylers konformationer, 6 poäng

2.4.4 Teoretisk partikelfysik

Forskningen inom teoretisk partikelfysik har som mål att finna en enhetlig beskrivning av materiens innersta struktur. Både fenomenologiska metoder och avancerade fältteoretiska beräkningar används för att beskriva partiklarnas egenskaper och olika slags växelverkningar, vilka man i framtiden hoppas kunna förena i en enhetlig teori. På senare tid har denna forskning nära anknutits till astrofysik och kosmologi.

Inriktningsspecifika kurser

- Astropartikelfysik, 4 poäng
- Fenomenologi för elementarpartikelfysik, 8 poäng
- Grupp- och representationsteori, allmän kurs, 5 poäng
- Kvantfältteori, 5 poäng
- Kvantmekanikens matematiska grunder, 5 poäng
- Seminariekurs i teoretisk fysik, 5 poäng
- Teoretisk partikelfysik, 5 poäng

3 Behörighet och urval

3.1 Särskild behörighet samt förkunskaper

Som *särskild behörighet* för antagning till forskarutbildningen i teoretisk fysik vid KTH gäller att den sökande skall ha avlagt civilingenjörsexamen inom utbildningsprogrammet för teknisk fysik eller förvärvat motsvarande kunskaper på annat sätt.

3.2 Ansökan till forskarutbildning och regler för urval

Ansökan om antagning till forskarutbildning görs på särskild blankett. Till ansökan fogas kopia av akademiska utbildningsbevis. Den som är intresserad av forskarutbildningen tar lämpligen kontakt med en av institutionens ämnesföreträdare innan ansökan inges. Vid beslutet om antagning utses en huvudhandledare samt normalt också eventuella övriga handledare.

4 Avhandling och examina

4.1 Avhandling

Den vetenskapliga undersökningen inom specialområdet skall redovisas i en doktorsavhandling som försvaras vid en offentlig disputation. Avhandlingen kan utformas antingen som en *monografi* eller som en *sammanläggningsavhandling* bestående av separata, vanligen i tidskrifter, publicerade artiklar. I det senare fallet skall den forskarstuderande självständigt skriva en sammanfattning. Av sammanfattningen skall vidare klart framgå den forskarstuderandes bidrag till de enskilda artiklarna, om de har fler än en författare. Avhandlingen skall normalt skrivas på engelska. Avhandlingen skall framläggas och försvaras i enlighet med KTH:s allmänna föreskrifter.

4.2 Teknologie/filosofie licentiatexamen

Den forskarstuderande avlägger normalt först en *teknologie/filosofie licentiatexamen*. Studietiden för denna examen är två års studier på heltid (dvs. 80 poäng) och kursfordringarna uppgår till minst 30 poäng. Licentiatavhandlingen har motsvarande mindre omfattning än en doktorsavhandling och försvaras vid ett licentiatseminarium. Licentiatavhandlingen och -seminariet bedöms av huvudhandledaren. Prefixet *teknologie* eller *filosofie* bestäms av den forskarstuderandes grundutbildningsexamen. Avhandlingsarbete och kurser som ingår i licentiatexamen får också tillgodoräknas i en doktorsexamen.

4.3 Teknologie/filosofie doktorsexamen

Utbildningen omfattar en kursdel om minst 60 poäng samt en avhandlingsdel om minst 90 poäng. Den sammanlagda studietiden motsvarar fyra års studier på heltid (dvs. 160 poäng). Doktorsavhandlingen kan bygga på licentiatavhandlingen. Den forskarstuderande försvarar doktorsavhandlingen vid en offentlig disputation. Doktorsavhandlingen bedöms av en utsedd betygsnämnd. Prefixet *teknologie* eller *filosofie* bestäms av den forskarstuderandes grundutbildningsexamen.

Stockholm den 12 september 2006